

CN1329258A Abstract

A method of manufacturing an optical glass element for which flatness and smoothness of the surfaces of the optical glass element can be improved while securing the similarity of the cross-sectional shape of the optical glass element to that of the mother glass, and for which continuous production involving few steps can be carried out, and an optical glass element manufactured using the method. A mother glass is prepared, which has a cross-sectional shape substantially similar to a desired cross-sectional shape of the optical glass element, and the mother glass is drawn while heating to a predetermined temperature such that the mother glass has a viscosity of 10^5 to 10^9 poise.

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.⁷

G02B 5/04

C03B 15/14

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01115765.8

[43] 公开日 2002 年 1 月 2 日

[11] 公开号 CN 1329258A

[22] 申请日 2001.6.12 [21] 申请号 01115765.8

[30] 优先权

[32] 2000.6.12 [33] JP [31] 176042/2000

[71] 申请人 日本板硝子株式会社

地址 日本大阪

[72] 发明人 森下昌洋 神作克也 水野俊明

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

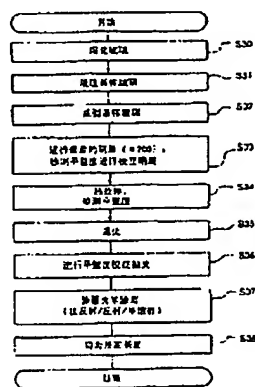
代理人 赛 炜

权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图页数 6 页

[54] 发明名称 光学玻璃元件的制造方法及用该方法制造的光学玻璃元件

[57] 摘要

提供有一种光学玻璃元件的制造方法,在确保光学玻璃元件的截面形状与基样玻璃的截面形状的相似性,以及能够进行包含几个步骤的连续生产的同时,能够提高该光学玻璃元件的表面平整度和光滑度,以及利用该方法制造的光学玻璃元件。准备基样玻璃,其截面形状基本上与光学玻璃元件的所需要的截面形状相似,在加热到预定温度使得基样玻璃具有 $10^5 - 10^9$ 泊的粘度的同时,拉伸基样玻璃。



ISSN 1008-4274

知识产权出版社出版

权 利 要 求 书

1. 一种光学玻璃元件的制造方法, 包括步骤:

准备基样玻璃, 该基样玻璃具有基本上与所述光学玻璃元件的所需要的截面形状相似的截面形状; 和

在加热到预定温度使得所述基样玻璃具有 10^5 - 10^9 泊的粘度的同时, 拉伸所述基样玻璃。

2. 如权利要求 1 所述的光学玻璃元件的制造方法, 其中在加热到预定温度使得所述基样玻璃具有 10^8 - 10^9 泊的粘度的同时, 拉伸所述基样玻璃。

3. 如权利要求 1 所述的光学玻璃元件的制造方法, 其中所述光学玻璃元件由 BK7 制成, 所述预定温度为 660 - 860°C 。

4. 如权利要求 1 所述的光学玻璃元件的制造方法, 其中所述光学玻璃元件由 BK7 制成, 所述预定温度为 660 - 690°C 。

5. 如权利要求 1 所述的光学玻璃元件的制造方法, 其中所述基样玻璃的截面积是要得到的光学玻璃元件的截面积的 5-150 倍。

6. 如权利要求 5 所述的光学玻璃元件的制造方法, 其中所述基样玻璃的截面积是要得到的所述光学玻璃元件的截面积的 10-100 倍。

7. 如权利要求 1 所述的光学玻璃元件的制造方法, 其中所述所需要的截面形状是多边形。

8. 如权利要求 7 所述的光学玻璃元件的制造方法, 其中所述光学玻璃元件包括棱镜。

9. 如权利要求 1 所述的光学玻璃元件的制造方法, 其中所述所需要的截面形状是圆形。

10. 如权利要求 1 所述的光学玻璃元件的制造方法, 其中通过将所述基样玻璃的下端部以送料速度 V_0 导入加热炉, 并且以拉伸速度 V_1 向下拉伸加热到所述预定温度的所述下端部, 来拉伸所述

基样玻璃，其中相对于所述送料速度 V_0 来设定所述拉伸速度 V_1 ，以便得到 25-22,500 的拉伸速度比 V_1/V_0 。

11. 如权利要求 10 所述的光学玻璃元件的制造方法，其中所述拉伸速度 V_1 相对于所述送料速度 V_0 的拉伸速度比 V_1/V_0 在 100-10,000 的范围内。

12. 如权利要求 1 所述的光学玻璃元件的制造方法，其中所述基样玻璃是由从 BK7、Ultran、FK、PK、PSK、BaLK、Zk、BaK、SK、KF、BaLF、SSK、LaK、LLF、BaF、LF、F、BaSF、LaF、LaSF、SF、TiF、KZF 和 KZFS 构成的组中选出的玻璃制成。

13. 一种光学玻璃元件，通过一种光学玻璃元件的制造方法制造，包括步骤：

准备基样玻璃，该基样玻璃具有基本上与所述光学玻璃元件的所需要的截面形状相似的截面形状；和

在加热到预定温度使得所述基样玻璃具有 10^5 - 10^9 泊的粘度的同时，拉伸所述基样玻璃。

说明书

光学玻璃元件的制造方法 及用该方法制造的光学玻璃元件

本发明涉及一种光学玻璃元件的制造方法和用该方法制造的光学玻璃元件，特别是涉及制造棱镜的方法和用该方法制造的棱镜。

在精密光学仪器中用于偏转光线的光学玻璃元件的例子是小棱镜。棱镜是具有两个或更多个光学表面的透明体，其中，至少一对表面不平行或与另一表面大致平行，由各向同性的光学材料例如玻璃制成。这样的棱镜可归入通过反射偏转光的直立棱镜和利用光色散将光分成单色光的光谱棱镜例如五角棱镜。基本的光谱棱镜是三棱镜。

对于直立棱镜或光谱棱镜，需要平整度不大于被直立棱镜或光谱棱镜反射或分离的光的波长，该平整度代表棱镜表面的扭曲或变形度（该平整度是从一个假想的平表面偏移的最大值）。为了得到足够的平整度，传统的棱镜制造方法包括反复研磨棱镜的表面，并检测研磨后表面的平整度。

图 6 中，首先熔化玻璃（步骤 S60），从熔化的玻璃浇注出基样玻璃（步骤 S61），将浇注的基样玻璃切成近似棱镜形（步骤 S62）。然后，研磨已经被切成接近棱镜形的基样玻璃的棱镜表面，使其粗糙度为#100，然后#400、然后#600、然后#800、最后#1000，在每次研磨之后（步骤 S63 至 S67），都检测平整度并进行修正研磨。然后，进行抛光（精加工）（步骤 68），然后将光学涂层涂覆到预定的棱镜表面，使这些表面抗放射、反射或半透射（步骤 S69），然后将棱镜切为预定的长度（步骤 S70），这样就完成了棱镜的制造。

另一方面，日本未审专利公开号 No.10-1321（Kokai）公开了一

种制造棱镜的方法，其中利用热拉伸方法，从基样玻璃准备杆状玻璃元件，然后在加热软化的同时，通过压制形成的玻璃元件而得到长棱镜。

然而，图 6 所示的棱镜制造方法存在的问题在于，通过多次的反复研磨和检测，大的基样玻璃的尺寸逐渐减小，直到得到预定尺寸的棱镜，因此制造棱镜是费时的。而且，如果棱镜具有多边形截面，这样就有许多表面，那么相应地要研磨的表面数量增加，因此需要大量的时间。此外，随着截面形状的不同，需要特殊的夹具，造成设备费用的增加，此外，在研磨过程中，可能会使角碎裂等，造成产量降低。

此外，日本未审专利公开号 No.10-1321 (Kokai) 所公开的棱镜制造方法存在的问题在于，通过热拉伸方法制造的是玻璃元件，而不是最后的产品棱镜，因此即使玻璃元件的棱镜表面的光滑度增加，当压制形成棱镜时，棱镜表面的光滑度将降低。

本发明的目的是提供一种制造光学玻璃元件的方法和利用该方法制造的光学玻璃元件。该方法在确保光学玻璃元件的截面形状与基样玻璃的截面形状相似的同时，能够提高光学玻璃元件的表面的平整度和光滑度，能够进行包含几个步骤的连续生产。

本发明的发明人发现，如果在加热使得基样玻璃的粘度变为 10^5 至 10^9 泊的同时，拉伸其截面形状基本上与所需要的光学玻璃元件的截面形状相似的基样玻璃，那么在确保光学玻璃元件的截面形状与基样玻璃的截面形状相似，并且能够进行包含几个步骤连续生产的同时，能够提高光学玻璃元件表面的平整度和光滑度。当加热基样玻璃时，如果玻璃的粘度小于 10^5 泊，那么，不能确保光学玻璃元件的截面形状与基样玻璃的截面形状的相似性，此外不能得到拉伸工艺的稳定性，而如果粘度大于 10^9 泊，那么玻璃的软化程度太低，不能拉伸基样玻璃而相当容易破裂。

此外，本发明人发现，如果基样玻璃的截面面积是要得到的光学

玻璃元件的截面面积的 5-150 倍, 最好 10-100 倍, 那么能够确保光学玻璃元件的截面形状与基样玻璃的截面形状的相似性, 并且能够提高光学玻璃元件表面的光滑度。如果基样玻璃的截面面积小于要得到的光学玻璃元件的截面面积的 5 倍, 那么不能可靠地确保所需要的光学玻璃元件表面的光滑度, 而如果基样玻璃的截面面积大于要得到的光学玻璃元件的截面面积的 150 倍, 那么在热拉伸过程中端面面积的减小率太大, 拉伸的玻璃易破裂。

为了达到上述目的, 本发明提供了一种制造光学玻璃的方法, 包括步骤: 准备其截面形状基本上与所需要的光学玻璃元件的截面形状相似的基样玻璃, 在加热到预定温度使得基样玻璃的粘度为 10^5 至 10^9 泊的同时, 拉伸基样玻璃。

根据该制造光学玻璃的方法, 在加热到使基样玻璃的粘度为 10^5 至 10^9 泊的温度同时, 拉伸其截面形状基本上与所需要的光学玻璃元件的截面形状相似的基样玻璃, 结果在确保光学玻璃元件与基样玻璃的截面形状相似, 并且可以进行包含几个步骤的连续生产的同时, 能够提高光学玻璃元件表面的平整度和光滑度。

较好的是, 在加热到预定温度使基样玻璃的粘度为 10^8 至 10^9 泊的同时, 拉伸基样玻璃。

根据该光学玻璃元件制造方法, 可以可靠地实现上述效果。

较好的是, 光学玻璃元件由 BK7 制成, 预定温度是 $660-860^{\circ}\text{C}$ 。

根据该光学玻璃元件制造方法, 可以可靠地实现上述效果。

更好的是, 光学玻璃元件由 BK7 制成, 预定温度是 $660-690^{\circ}\text{C}$ 。

根据该光学玻璃元件制造方法, 可以可靠地实现上述效果。

又较好的是, 基样玻璃的截面面积是要得到的光学玻璃元件的截面面积的 5-150 倍。

根据该光学玻璃元件制造方法, 基样玻璃的截面面积是要得到的光学玻璃元件的截面面积的 5-150 倍, 因此能够确保光学玻璃元件的截面形状与基样玻璃的截面形状的相似性, 并且能够提高光学玻

璃元件表面的光滑度。

更好的是，基样玻璃的截面面积是要得到的光学玻璃元件的截面面积的 10-100 倍。

根据该光学玻璃元件制造方法，可以更可靠地实现上述相似性和表面光滑度的效果。

在本发明的典型最佳实施例中，所希望的截面形状是多边形。

根据该光学玻璃元件制造方法，能够提供一种适合于制造棱镜的制造光学玻璃元件的方法。

例如，该光学玻璃元件包括棱镜。

根据该光学玻璃元件制造方法，能够提供一种适合于制造棱镜的制造光学玻璃元件的方法。

在本发明的另一个最佳实施例中，所希望的截面形状是圆形。

根据该光学玻璃元件的制造方法，能够提供一种适合于制造具有圆形截面的光学玻璃元件的光学玻璃元件的制造方法。

在本发明的最佳形式中，通过将基样玻璃的下端部以送入速度 V_0 导入加热炉，以拉伸速度 V_1 向下拉已加热到预定温度的下端部，来拉伸基样玻璃，其中设定拉伸速度 V_1 与送入速度 V_0 之比以得到拉伸速度比 V_1/V_0 为 25-22500。

根据该光学玻璃元件的制造方法，能够可靠地实现首先提到的效果。

更好地是，拉伸速度 V_1 与送入速度 V_0 的拉伸速度比 V_1/V_0 在 100 至 10,000 的范围内。

根据该光学玻璃元件的制造方法，能够更可靠地实现首先提到的效果。

较好地是，基样玻璃从由 BK7、Ultran、FK、PK、PSK、BaLK、Zk、BaK、SK、KF、BaLF、SSK、LaK、LLF、BaF、LF、F、BaSF、LaF、LaSF、SF、TiF、KZF 和 KZFS 构成的组中选出。

根据该光学玻璃元件的制造方法，能够可靠地实现首先提到的效果。

为了达到上述目的，本发明还提供一种由光学玻璃元件的制造方法制造的光学玻璃元件，该方法包括步骤：准备其截面形状基本上与所需要的光学玻璃元件的截面形状相似的基样玻璃，在加热到预定温度使得基样玻璃的粘度为 10^5 至 10^9 泊的同时，拉伸基样玻璃。

根据该光学玻璃元件，能够实现与首先提到的效果相同的效果。

从下面结合附图的详细描述，本发明的上述和其它目的、特征和优点将变得更清楚。

图 1 是显示制造设备的结构示意图，该设备用于实现根据本发明实施例的光学玻璃元件的制造方法；

图 2 是沿图 1 中 A-A 线得到的截面图；

图 3 是显示根据本发明实施例的光学玻璃元件制造方法的流程图；

图 4A 至 4I 是显示利用图 3 所示的光学玻璃元件制造方法制造的棱镜的截面形状；具体是：

图 4A 显示了基样玻璃 41 的截面形状是等边三角形；

图 4B 显示了基样玻璃 41 的截面形状是等腰三角形；

图 4C 显示了基样玻璃 41 的截面形状是直角三角形；

图 4D 显示了基样玻璃 41 的截面形状是正方形；

图 4E 显示了基样玻璃 41 的截面形状是长方形；

图 4F 显示了基样玻璃 41 的截面形状是正五边形；

图 4G 显示了基样玻璃 41 的截面形状是正六边形；

图 4H 显示了基样玻璃 41 的截面形状是正八边形；

图 4I 显示了基样玻璃 41 的截面形状是圆形；

图 5A 至 5D 是棱镜的侧视图，显示了在图 3 所示的光学元件的制造方法中，可以对拉伸的玻璃切割的角度；具体是：

图 5A 显示了两个端面与拉伸玻璃的长度方向成直角的情况;

图 5B 显示了端面之一与长度方向成直角, 另一端面与长度方向成斜角的情况;

图 5C 显示了两个端面在相同的方向上倾斜;

图 5D 显示了两个端面在不同的方向上倾斜;

图 6 是传统的棱镜制造方法流程图。

现在参考附图, 描述根据本发明实施例的光学玻璃元件的制造方法。

根据本发明实施例的光学玻璃元件是用于在精密的光学仪器中偏转光轴的棱镜。这种棱镜由具有多边形截面的长玻璃体构成。

该棱镜是通过在加热到使玻璃软化和变形的温度的同时, 拉伸其截面形状与棱镜的截面形状基本相似的基样玻璃, 然后将该拉伸玻璃元件切为预定的长度。

图 1 是显示制造设备的示意图, 该设备用于实现根据本发明实施例的光学玻璃元件的制造方法;

图 1 中, 用于制造棱镜、也就是光学玻璃元件的制造设备 30 具有机架 33, 该机架 33 具有上载物台 31 和中载物台 32。在上载物台 31 的一端上提供下述的圆桶形加热炉 34。

在上载物台 31 上与加热炉 34 相对的位置处, 立有一个 T 形支柱 35, 在上载物台上挨着支柱 35 装有马达 36。线材 37 绕过马达 36 的驱动轴上的滑轮 38、上载物台 31 上的滑轮 39、支柱 35 顶端的滑轮 40, 线材 37 的一端固定到具有预定截面形状的基样玻璃 41 的上端。基样玻璃 41 的下端插入到加热炉 34。通过图中未示出的控制器控制马达 36 驱动轴的旋转速度, 利用这个转度控制基样玻璃 41 进入加热炉 34 的送料速度 V0。

如图 2 所示, 图 2 是沿图 1 的 A-A 线得到的截面图。在圆桶形加热炉 34 的内侧设有电加热器线圈 43, 以便加热基样玻璃 41 的下

端。该电加热器线圈 43 与上述控制器连接并通过控制器来控制。

此外，在机架 33 的中载物台 32 上设有马达 45。一对拉伸辊子 46 从基样玻璃 41 向下悬挂并连到马达 45 的驱动轴，该辊子 46 夹住并拉伸拉伸玻璃，通过上述控制器控制马达 45 的驱动轴的转速，利用这个转速控制拉伸辊子 46 的转速，因此控制了基样玻璃 41 的拉伸速度 $V1$ 。

根据上面的构造，以预定速度将基样玻璃送入加热炉 34，并以预定的拉伸速度 $V1$ 拉伸基样玻璃 41。然后将如此得到的拉伸玻璃切为需要的长度，这样就得到了具有需要的截面形状的棱镜。

现在参考图 3 所示的流程图描述利用制造设备 30 制造棱镜的方法。

首先，熔化玻璃（步骤 S30），从熔化的玻璃浇注出基样玻璃（步骤 31），将浇注的基样玻璃成型为基样玻璃 41，该基样玻璃 41 的截面形状基本上与要得到的棱镜的截面形状相似（步骤 S32）。通过一般的机械加工例如砍、削和研磨，或者通过热压等完成基样玻璃 41 的成型。然后，研磨如此形成的基样玻璃 41 的棱镜表面，使其粗糙度为 #200，检测平整度，进行校正研磨（步骤 33），这样就完成了基样玻璃 41 的准备工作。利用 Zygo 制造的新视野（NewView）光学平整度测量仪器（干涉方法）检测平整度。同样的方法也可以用于后面的平整度检测。

经过上述研磨之后的基样玻璃 41 的截面积是要得到的棱镜的截面积的 5-150 倍，最好 10-100 倍。如果在这个范围内进行热拉伸，那么就能得到具有光滑表面和好的尺寸精度的棱镜。如果基样玻璃 41 的截面积不足所要得到的棱镜的截面积的 5 倍，那么基样玻璃的粗糙表面遗留到棱镜的表面上，而如果基样玻璃 41 的截面积超过所要得到的棱镜的截面积的 150 倍，那么在热拉伸过程中会出现破裂。注意基样玻璃 41 的截面积相对于要得到的棱镜的截面积的扩大率与

棱镜的截面积相对于基样玻璃 41 的截面积的减小率是互为倒数的。在下面描述的例子中, 通过这种截面积的减小率来描述热压条件。

如图 4A-4I 所示, 可能的基样玻璃 41 的截面形状包含等边三角形 (图 4A)、等腰三角形 (图 4B)、直角三角形 (图 4C)、正方形 (图 4D)、长方形 (图 4E)、正五边形 (图 4F)、正六边形 (图 4G)、正八边形 (图 4H) 和圆形 (图 4I)。图中未示出的其它可能的截面形状包含一般的三角形、一般四边形、一般的五边形、一般的六边形和一般的八边形。

对于基样玻璃 41 的材料没有特别的限制, 但适合于棱镜的材料最好是 BK7、Ultran、FK、PK、PSK、BaLK、Zk、BaK、SK、KF、BaLF、SSK、LaK、LLF、BaF、LF、F、BaSF、LaF、LaSF、SF、TiF、KZF、KZFS 等。

通过制造设备 30 等的尺寸限制来确定基样玻璃 41 的长度, 但从空间的观点来看, 保存的基样玻璃 41 最好长例如 300-1000mm。

然后通过下述步骤热拉伸基样玻璃 41, 以便得到拉伸玻璃, 然后检测棱镜表面的平整度 (步骤 S34)。

基样玻璃 41 的热拉伸是这样进行的: 从制造设备 30 的线材 37 的一端悬挂如上所述准备的基样玻璃 41, 通过旋转马达 36 的驱动轴将基样玻璃 41 导入加热炉 34, 通过使电流流过电加热器的线圈 43, 利用加热炉 43 加热基样玻璃 41 的下端, 结果从基样玻璃 41 下垂的拉伸玻璃穿过拉伸棍子 46, 利用马达 45 通过旋转拉伸棍子 46 向下拉拉伸玻璃。在这个工艺过程中, 控制每个马达 36 和 45, 以便以预定的速度 V_0 将基样玻璃导入加热炉 34, 如下所述, 同时以预定的拉伸速度 V_1 向下拉伸该拉伸玻璃, 如下所述, 并且在这样做的同时控制电加热器线圈 43, 使得基样玻璃的加热温度在预定的范围内, 如下所述。

具体地说, 将基样玻璃 41 加热到预定温度范围内 (玻璃的软化

温度以下),使得基样玻璃 41 的粘度变为 10^5 - 10^9 泊,最好为 10^8 - 10^9 。例如,如果基样玻璃 41 的材料是 BK7,那么这个预定的温度范围是 660-860°C,最好 660-690°C。在这样的温度范围内热拉伸的拉伸玻璃具有与基样玻璃 41 相似的截面形状。如果上述粘度太低,那么不能保持原始形状(基样玻璃 41 的形状),而是成圆形角,结果形成圆形或椭圆形。另一方面,如果上述粘度太高,那么在热拉伸过程中,该拉伸玻璃破裂。

基样玻璃 41 的拉伸速度 $V1$ 相对于基样玻璃 41 的送料速度 $V0$ 的拉伸速度比 $V1/V0$ 较好地是在 25-22,500 的范围内。如果这个拉伸速度比低于 25,那么拉伸基样玻璃 41 的减面率太低,生产率太低,而如果这个拉伸速度比大于 22,500,那么减面率太高,垂直于拉伸玻璃的拉伸方向的截面形状变得不稳定。更好地是,该拉伸速度比在 100-10,000 的范围内。

此外,如果必须减小在步骤 S34 中热拉伸的拉伸玻璃的内部剩余应力可能产生的相反的光学影响,那么对拉伸玻璃退火(步骤 S35),此外,如果必须确保棱镜表面的平整度不大于 $\lambda/4$ (其中 λ 是要被棱镜反射或分离的光线的波长),那么在校镜表面上要进行最后的抛光(步骤 S36)。在步骤 S34 中热拉伸的拉伸玻璃通常具有棱镜表面,该表面具有如下所述的 λ 数量级的平整度,结果不需要最后的抛光。

在热拉伸过程中,棱镜表面或多或少变为火抛光表面,因此,最初的基样玻璃 41 的机加工表面的光滑度不是真正的问题。这里,“火抛光表面”是指在控制拉伸速度和粘度范围(在该粘度范围内玻璃能够流动)的同时,成型为预定形状的拉伸玻璃在不与固态物体例如成型模接触的情况下冷却和固化而得到的玻璃表面。这些火抛光表面没有如从成型模传送的压制形成的玻璃制品的表面上所看到的小的凹凸不平。

下一步, 将光学涂层涂覆到预定的棱镜表面, 使这些棱镜表面抗反射、反射或半透射 (步骤 S37), 将棱镜切为预定的长度 (步骤 S38), 这样就完成了棱镜的制造。预定的长度随着实际应用而定, 但可以是例如 1-20mm, 并且棱镜的每个侧边的长度为例如 1-5mm。

利用金刚石锯床、玻璃切割机、喷水管等进行上述切割。如图 5A-5D 所示, 切割的角度可以是使得两个端面与拉伸玻璃的长度方向成直角的角 (图 5A) (长度方向, 也就是拉伸方向, 由图 5A-5D 中的箭头示出), 使得一个端面与长度方向成直角而另一端成斜角的角 (图 5B), 使得两个端面以相同的方向倾斜的角 (图 5C), 使得两个端面以不同的方向倾斜的角 (图 5D)。

根据上述实施例的制造方法, 可以从基样玻璃 41 形成其截面形状基本上与基样玻璃 41 的截面形状相似的棱镜。根据该制造方法, 制作的棱镜表面是火抛光表面, 因此提高了光滑度, 尤其在图中的方向上, 提高了棱镜表面的平整度, 该平整度代表棱镜表面的扭曲或变形程度, 并且使棱镜的截面形状基本上与基样玻璃 41 的截面形状相似, 因此可以使角部分尖锐。此外, 在棱镜表面的平整度 (偏离假想平面的最大值) 只需不超过要被该棱镜反射或分离的光的波长的情况下, 不必进行抛光, 因此能实现价廉高产, 即使进行平整度校正抛光, 以进一步提高棱镜表面的平整度, 由于拉伸玻璃的棱镜表面的平整度在上述 λ 的数量级, 只需稍加抛光。此外, 在热拉伸方面, 包含几个步骤的连续生产是可能的, 这对于以低费用批量生产光学玻璃元件产品是有利的。

现在将描述本发明制造方法的例子。

首先, 准备样品 1-18, 每个基样玻璃 41 由材料 BK7 制成并具有等边三角形截面, 然后在表 1 所示的制造条件下 (粘度、截面积减小率、拉伸速度比、进行表面抛光与否) 热拉伸这些样品 1-18, 这样就生成了拉伸玻璃元件 (棱镜)。注意样品 no.18 是再抛光的样品 no.10, 在尿烷垫上利用二氧化铈疏松磨粒进行大约 2mm 的抛光。

表1

样品 NO.	热拉伸条件				热拉伸结束		棱镜表面		总评
	粘度 (泊)	截面积减小率	拉伸速度比	抛光	截面形状 相似性	可拉伸性	平整度	光滑度	
1	10 ⁵	1/5	25	无	△	△	≒λ	○	△
2		1/10	100	无	△	△	≒λ	○	△
3		1/100	10000	无	○	○	≒λ	○	○
4		1/150	22500	无	○	○	≒λ	○	○
5	10 ⁸	1/5	25	无	○	○	≒λ	○	○
6		1/10	100	无	○	○	≒λ	○	○
7		1/100	10000	无	○	○	≒λ	○	○
8		1/150	22500	无	○	○	≒λ	○	○
9	10 ⁹	1/3	9	无	○	○	≒λ	×	×
10		1/5	25	无	○	○	≒λ	○	○
11		1/10	100	无	○	○	≒λ	○	○
12		1/100	10000	无	○	○	≒λ	○	○
13	10 ¹⁰	1/150	22500	无	○	△	≒λ	○	△
14		1/5	25	无	○	△	≥λ	△	×
15		1/10	100	无	○	△	≥λ	○	×
16		1/100	10000	无	—	不能拉伸	—	—	×
17		1/150	22500	无	—	不能拉伸	—	—	×
18	样口NO. 10再抛光				○	○	≒λ/4	○	○

然后，检测热拉伸样品 1-18 的结果，具体检测截面形状相似性和可拉伸性、棱镜表面的平整度和光滑度。用眼睛检测截面形状的相似性，通过以设定的速度能否进行拉伸来判断可拉伸性，利用上述由 Zygo 制造的新视野光学平整度测量仪测量平整度，用眼睛检测光滑度。

测量结果示于表 1。在表 1 的截面形状相似性一栏，‘○’表示在保持基样玻璃 41 的截面形状的情况下，可连续地拉伸，‘△’表示因拉伸，三角形棱镜的角部分有些变圆，‘—’表示热拉伸不能评估。在可拉伸性一栏，‘○’表示在设定速度能够热拉伸，‘△’表示在设定速度能够热拉伸，但控制截面积减小率多少有些困难。

此外，在棱镜表面平整度一栏，‘—’表示热拉伸不能评估。在棱镜表面光滑度一栏，‘○’表示得到火抛光表面，‘△’表示得到接近火抛光的表面（对于实际应用来说足以接近），‘X’表示由于基样玻璃 41 的机械加工而留下的痕迹，‘—’表示热拉伸不能评估。

此外，在综合判断栏中，‘○’表示加工的棱镜适于实际应用，在工业水平上，该热拉伸是可行的，‘△’表示加工的棱镜适于实际应用，但热拉伸接近于工业可行性的极限，‘X’表示在工业水平上很难进行热拉伸和/或很难将加工的棱镜投入实际应用。

从表 1 可以看出，如果热拉伸其截面形状基本上与棱镜的截面形状相似的基样玻璃 41，使得基样玻璃 41 的粘度变为 10^8 - 10^9 泊，截面积减小率在 1/5-1/150 的范围内，那么在确保棱镜所需要的截面形状（也就是与基样玻璃 41 相似的截面形状）的同时，可以提高棱镜表面的平整度和光滑度。

说明书附图

图1

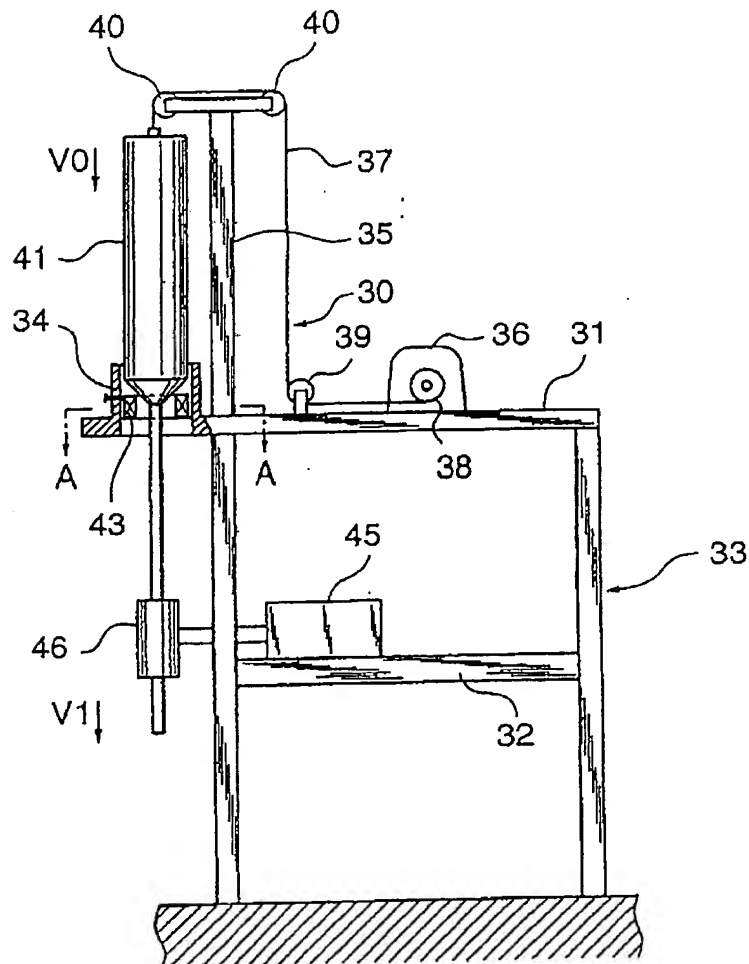


图2

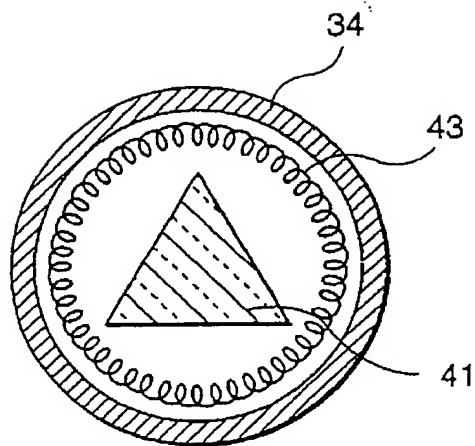


图3

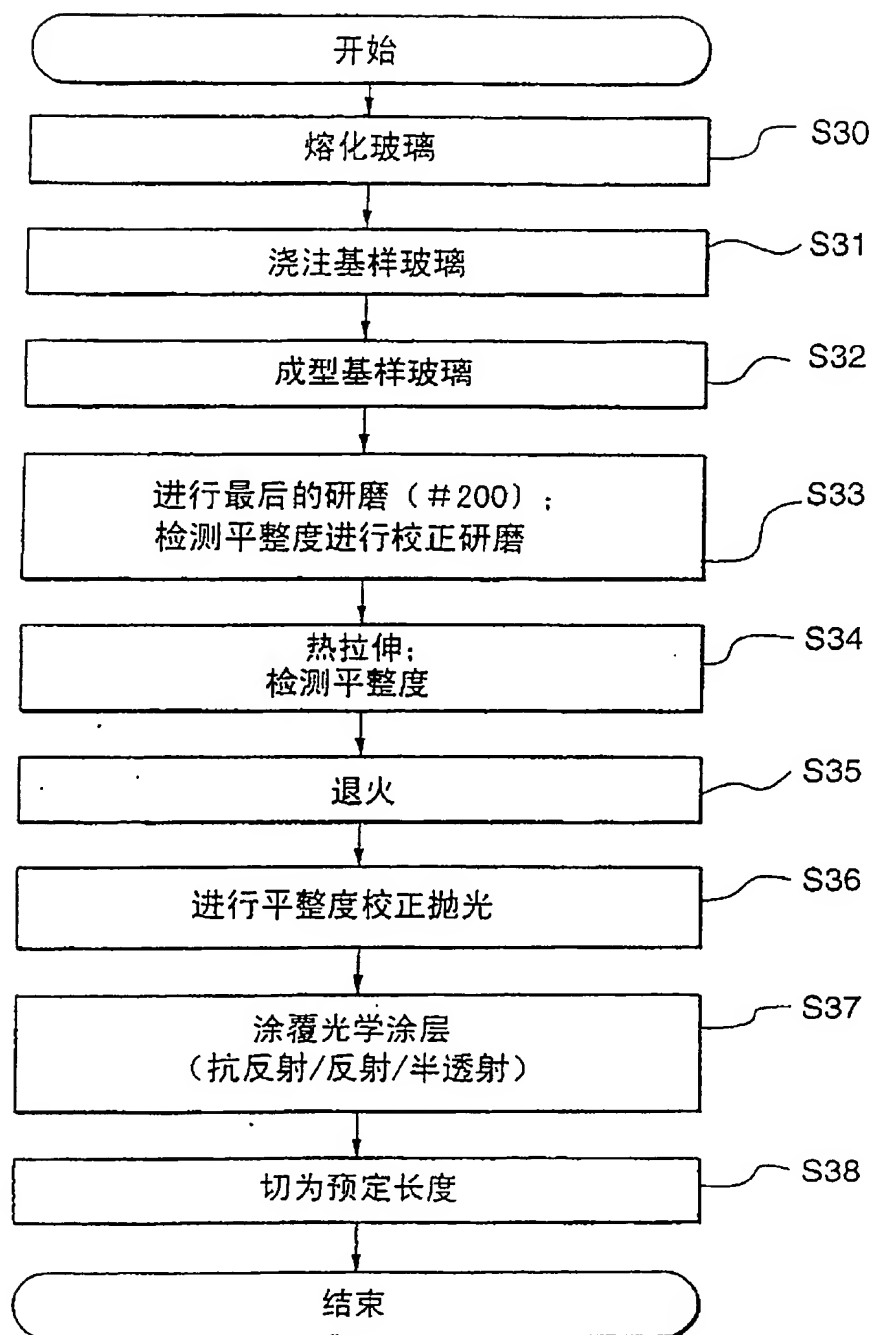


图 4A

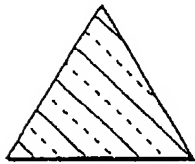


图 4B



图 4C



图 4D

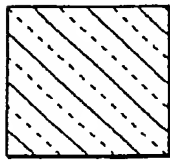


图 4E

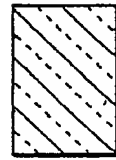


图 4F

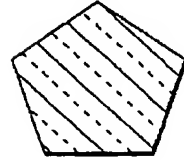


图 4G

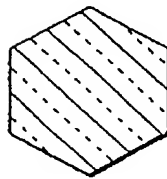


图 4H

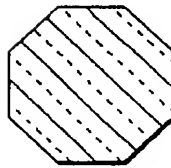


图 4I

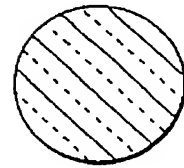


图5A

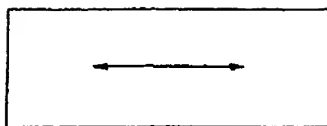


图5B

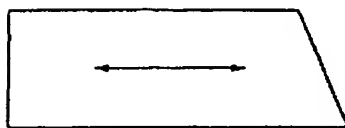


图5C



图5D

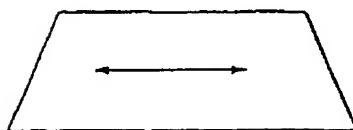
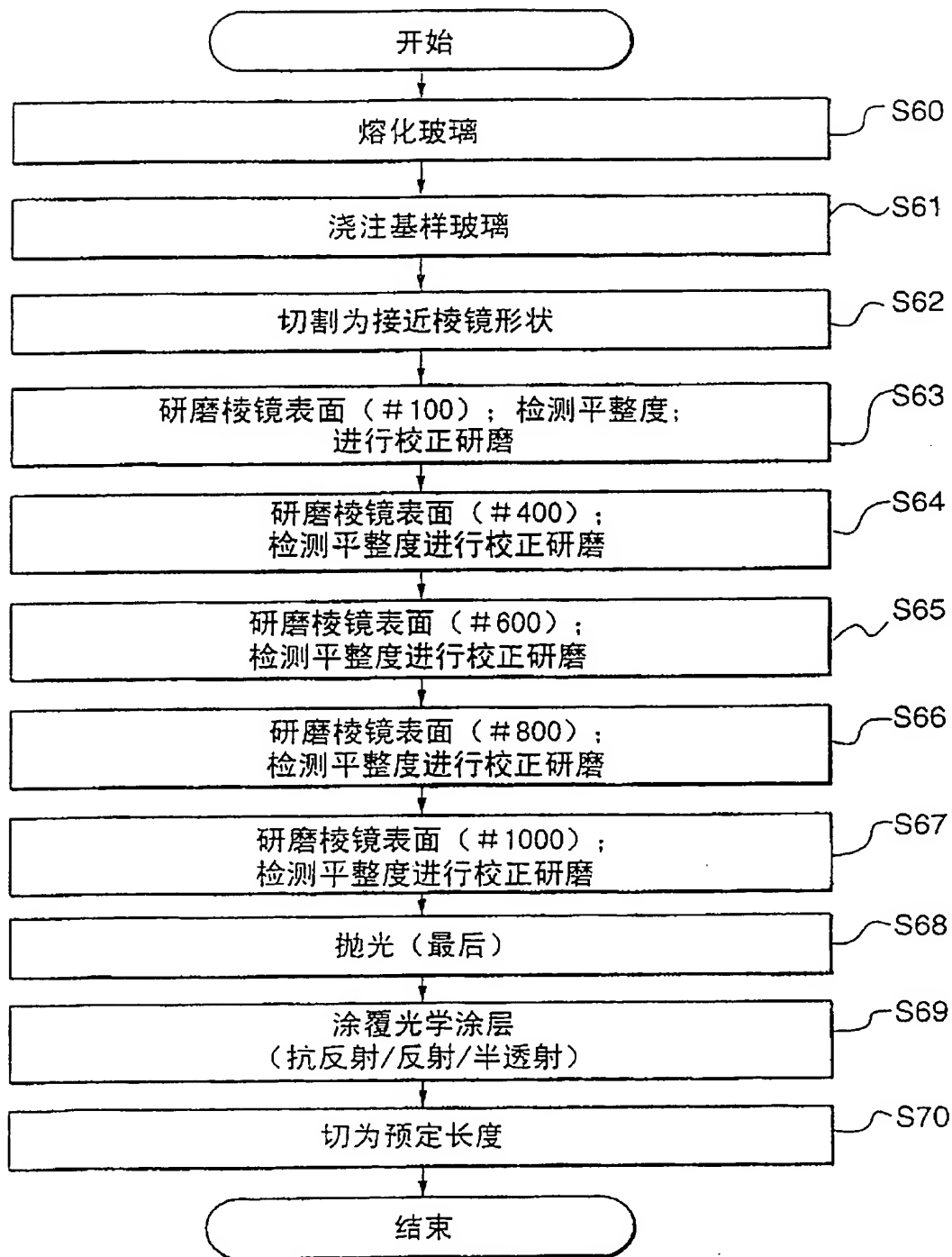


图6

先有技术



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.